

생체의료 응용을 위한 전광학 전광역 광음향 단층 촬영
All-Optical Full-Field Photoacoustic Tomography for Biomedical Applications

윤태일^{1,*}, 이병하², 최원식¹

¹고려대학교 물리학과

²광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부

An all-optical photoacoustic tomography, paired with an adaptive multilayer backpropagation algorithm, enables rapid 3D visualization of blood vessels in live tissues, offering new possibilities for biomedical imaging.

광음향 단층 촬영(Photoacoustic tomography; PAT)은 광학적 대비와 음향적 깊이 이미징 특성을 결합하여 생체 시료 이미징 및 병변 진단에 활용되는 기법이다 [1]. 펄스 레이저를 시료 내부의 대상체에 조사해 발생하는 초음파 신호를 획득하여 대상체의 3차원 구조를 재구성한다. 기존의 PAI는 1, 2차원 배열 형태의 초음파 변환기(Ultrasound transducer)를 사용하거나, 포인트 스캐닝 방식의 광간섭계를 통해 초음파 신호로 인한 압력 변화를 직접 측정하거나 시료 표면의 변위를 측정하였다. 그러나 이러한 방식에는 단일 초음파 변환기의 물리적 개수의 제한으로 인한 분해능 저하 혹은 스캔 시간이 오래 걸린다는 한계가 있다.

본 연구에서는 디지털 홀로그래피 방식의 전광역(Full-field) 시스템을 사용하여 2차원 대면적에서 초음파 신호에 의한 파면 이미지를 한 번에 획득하고, 역전파(backpropagation) 재구성 기법을 통해 대상체의 3차원 구조를 복원하는 전광역 광음향 이미징 기법을 제안한다. 또한, polydimethylsiloxane (PDMS) 커버를 적용하여 표면이 거칠고 굴곡진 생체 시료 표면에서도 효과적으로 파면 이미지를 획득하여 혈관 구조를 복원하였으며, 단일 파면 이미지로도 3차원 구조를 복원하는 새로운 재구성 기법을 개발하였다.

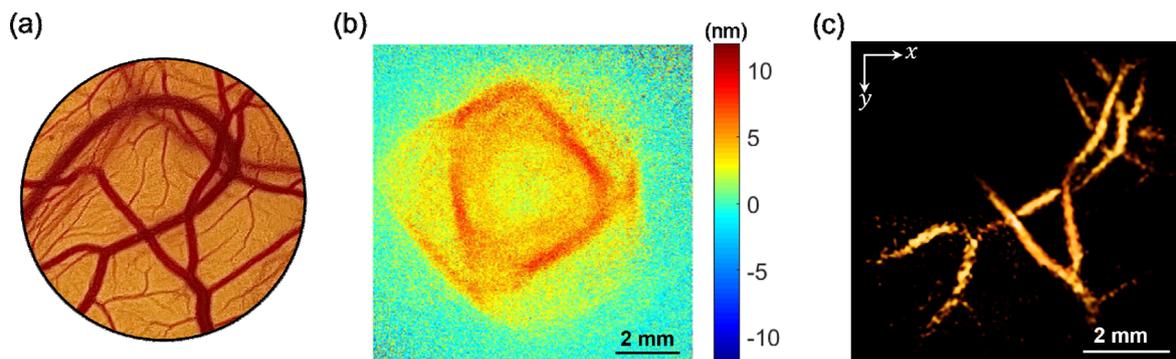


그림 1. 전광역 광음향 단층 촬영을 통한 *in vivo* 실험 결과. (a) 유정란의 요막에 형성된 혈관 사진 (b) PDMS 커버 표면에서 획득한 2차원 파면 이미지 (c) 2차원 파면 이미지로부터 재구성한 혈관 이미지

참고 문헌

- [1] X. Wang, Y. Xu, M. Xu, S. Yokoo, E. S. Fry, L. V. Wang, Photoacoustic tomography of biological tissues with high cross-section resolution: Reconstruction and experiment. *Medical Physics* **29**, 2799-2805 (2002).